

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-268915

(43) 公開日 平成9年(1997)10月14日

(51) Int.Cl.^{*} 譲別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所
 F 02 B 19/02 F 02 B 19/02
 19/14 19/14 A
 19/16 19/16 H
 47/02 47/02
 F 02 D 15/04 F 02 D 15/04 G
 審査請求 未請求 韻求項の数 6 FD (全 6 頁) 最終頁に統く

(21) 出願番号 特願平8-106094

(22) 出願日 平成8年(1996)4月1日

(71)出願人 000125934

株式会社いすゞセラミックス研究所
神奈川県藤沢市土棚8番地

(72)発明者 河村 英男

神奈川県高座郡寒川町岡田 8-13-5

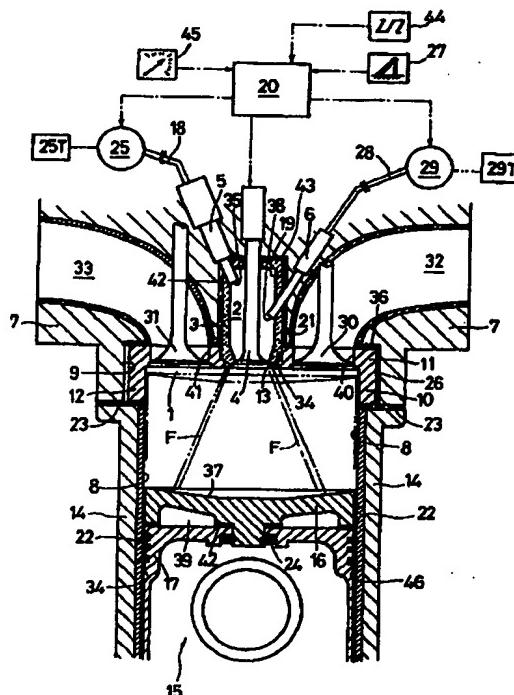
(74) 代理人 弁理士 尾仲 一宗

(54) 【発明の名称】 低質油を燃料とするディーゼルエンジン

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、高速運転が可能で、NO_x、HC等の発生を低減する低質油を燃料とするディーゼルエンジンを提供する。

【解決手段】 このディーゼルエンジンは、主室1を構成するヘッドライナ10のほぼシリング中央に副室2を構成する燃焼室構造体3を配置する。主室1と副室2との連絡口13に制御弁4を配置する。制御弁4を圧縮行程前半で開弁し、排気行程前半で閉弁する。制御弁4の閉弁後の排気行程において、副室2内に燃料噴射ノズル5から重油等の低質油を噴射し、水噴射ノズル6から水を噴射する。圧縮行程前半で副室2から主室1へ燃料と水蒸気の一部を噴出させ、主室で均一混合気を生成し、圧縮上死点付近で副室2で着火燃焼させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリンダヘッドに形成したキャビティに設けた遮熱構造の主室とほぼシリンダ中央に配置された副室とを構成する燃焼室構造体、前記主室と前記副室を連通する前記燃焼室構造体に形成された連絡口、前記連絡口を開閉する制御弁、燃料を前記副室内に噴射するようにした燃料噴射ノズル、水を前記副室内に噴射する水噴射ノズル、及び前記制御弁を圧縮行程前半で開弁し且つ排気行程途中で閉弁し、前記制御弁が前記連絡口を開鎖した後に前記副室内に前記燃料噴射ノズルから燃料を噴射し、次いで前記水噴射ノズルから水を噴射する制御を行なうコントローラ、から成る低質油を燃料とするディーゼルエンジン。

【請求項2】 前記制御弁をボベット弁で形成し、その弁フェース部と前記連絡口の弁シート部はスリット状に形成され、前記副室から前記連絡口を通って前記主室に噴出されるガスの噴霧形状を前記ピストン頂部の凹部燃焼室に向かって円錐状のリング帶となるようにした請求項1に記載の低質油を燃料とするディーゼルエンジン。

【請求項3】 前記燃焼室構造体の外側には遮熱空気層が形成され、前記主室と前記副室とは耐熱材で構成されている請求項1に記載の低質油を燃料とするディーゼルエンジン。

【請求項4】 前記制御弁は、圧縮行程前半から圧縮上死点近傍までの期間で開弁リフト量が小さく、次いで圧縮上死点近傍から開弁リフト量が大きくなる二段階リフトを持つように設定されている請求項1に記載の低質油を燃料とするディーゼルエンジン。

【請求項5】 前記コントローラは、排気行程の終りで前記副室の圧力が2～3気圧に下降した時に前記制御弁で前記連絡口を閉鎖し、前記副室内に前記燃料噴射ノズルから燃料を噴射すると共に前記水噴射ノズルから水を噴射させる制御を行なう請求項1に記載の低質油を燃料とするディーゼルエンジン。

【請求項6】 設置型のコージェネレーションエンジンに適用できる請求項1～5のいずれか1項に記載の低質油を燃料とするディーゼルエンジン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、遮熱構造の主室と副室とを制御弁を設けた連絡口で連通し、副室に燃料噴射ノズルから重油等の低質油と水噴射ノズルから水を噴射する低質油を燃料とするディーゼルエンジンに関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、ディーゼルエンジンでは、軽油を燃料として燃焼室で燃焼させる。軽油はセタン価が高く、粘性も余り大きくなく、燃焼室内に微粒化燃料を均一に分散させるために適している。特に、最近の排気ガス中のパーティキュレート、NO_x成分を極めて少なくさ

せるためには、高圧力100MPa程度に圧縮して噴射し、燃焼室内での噴霧の微粒化を実現させている。

【0003】 一般に、エンジンに使用される燃料として、ガソリン、軽油、重油が使用される。これらの燃料の粘性については、ガソリンが0.1cStであり、軽油が1.8～2.7cStであり、A重油では20cSt、B重油では50cSt、C重油では50～400cStである。また、燃料のセタン価については、軽油が40以上であるのに対し、重油は25程度と小さいものである。また、燃料の気化性については、ガソリンは大であり、軽油は小であり、重油は気化性が無いものである。燃料コストについては、例えば、ガソリンを100とすれば、軽油は70程度であり、重油は15程度である。

【0004】 従来、コージェネレーションエンジンから成る発電装置として、エンジンに発電機を取り付けたシステムが多かったが、ディーゼルエンジンによる発電では、ディーゼルエンジンが軽油を燃料とするため燃料コストが高くなり、電力会社から供給される電力コストよりも高いものになり、コスト上、優位性を確保することができないという問題がある。ガソリンエンジンを用いて電力を得るには、コストが余りに高くなり過ぎ、対応できない。コージェネレーションエンジンは、燃料としてガソリンや軽油を使用すると、燃料費が高価になるので、天然ガス又はA重油を燃料に使用している。しかしながら、コージェネレーションエンジンにおいて、天然ガスを燃料としても、燃料コストが高くなるので、燃料コストを更に低減するためには重油等の低質油が使用できれば大幅にコストを低減できることになる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 そこで、本出願人は、重油を燃料とするディーゼルエンジンを開発して特願平8-46956号として先に出願した。ところで、重油等の低質油を燃料とするディーゼルエンジンにおいて、遮熱構造の燃焼室の高温雰囲気に燃料を噴射すると、空気と燃料との混合が十分でなく、不均一な混合気となって燃料噴霧の外周領域が不均一な火炎によって局部的な高温域が形成され、すす、NO_xが多量に発生する。また、重油等の低質油を燃料とするディーゼルエンジンでは、重油等の低質油の粘性が大きいので、高圧縮を要する噴射ポンプは使用できず、燃焼室に高圧力で燃料噴霧を作ることが困難であり、しかも空気と燃料との混合が悪化し、HC、すす等が大量に発生するという欠点がある。

【0006】 また、重油等の低質油を効果的に空気と混合して燃焼させる方法として、舶用の低速ディーゼルエンジンでは、回転数が100～200rpm以下と充分に遅いので、空気と燃料との混合時間が充分であり、燃料噴射ノズルからシリンダ周辺に向けて放射状に高圧噴霧を行なって燃料を均一混合気に生成している。これに対

して、自動車用のディーゼルエンジンや発電用コージェネレーションエンジンのディーゼルエンジンは、例えば、回転数が 1500 r.p.m. 以上である高速ディーゼルエンジンである。高速ディーゼルエンジンでは、混合気生成時間が短くなり、重油等の低質油と空気との均一な混合気を生成することが極めて困難である。しかしながら、高速ディーゼルエンジンにおいて、燃料として重油等の低質油を燃料として利用できれば、燃料コストを大幅に低減できるが、重油等の低質油を高圧噴射することができないので、重油を燃料とする場合に、如何に燃焼室に燃料を供し、空気との均一混合を促進するかの問題がある。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明の目的は、上記の課題を解決することであり、粘性が大であり且つ気化性がない重油等の低質油を燃料として高圧噴射させることなく着火燃焼させることができ、シリンダヘッドに配置した燃焼室構造体で構成される主室と副室とを連通する連絡口に制御弁を配置し、ピストンが排気行程を終了した後、前記制御弁を閉じた後に副室に燃料噴射ノズルから燃料と水噴射ノズルから水を噴射し、水の気化による燃料との混合促進と、副室の圧力の上昇させた状態で、圧縮行程前半で制御弁を一旦開放して燃料と水との混合気の一部を主室に噴出させて主室で空気とのリーン混合気を生成しておき、次いで、圧縮上死点付近で制御弁を全開させ、その導入空気の熱により副室で着火燃焼させて、副室から主室への火炎と未燃混合気の噴き出しを円錐状リング形状に拡散させて主室でのリーン混合気との混合を促進して燃焼を短期に完結させて高速運転を可能にした低質油を燃料とするディーゼルエンジンを提供する。

【0008】この発明は、シリンダヘッドに形成したキャビティに設けた遮熱構造の主室とほぼシリンダ中央に配置された副室とを構成する燃焼室構造体、前記主室と前記副室を連通する前記燃焼室構造体に形成された連絡口、前記連絡口を開閉する制御弁、燃料を前記副室内に噴射するようにした燃料噴射ノズル、水を前記副室内に噴射する水噴射ノズル、及び前記制御弁を圧縮行程前半で開弁し且つ排気行程途中で閉弁し、前記制御弁が前記連絡口を閉鎖した後に前記副室内に前記燃料噴射ノズルから燃料を噴射し、次いで前記水噴射ノズルから水を噴射する制御を行なうコントローラ、から成る低質油を燃料とするディーゼルエンジンに関する。

【0009】また、このディーゼルエンジンでは、前記制御弁はボベット弁に形成され、その弁フェース部と前記連絡口の弁シート部には流線に沿うスリットが形成され、また、前記副室から前記連絡口を通って前記主室に噴出される燃料と空気と水蒸気或いは火炎や未燃混合気のガスの噴霧形状をピストン頂部に向かって円錐状のリング帶に形成して拡散させる。

【0010】また、このディーゼルエンジンでは、前記燃焼室構造体の外側には遮熱空気層が形成され、前記主室と前記副室とは遮熱構造に構成されている。従って、副室内は高温に維持され、重油等の低質油及び水がその壁面の熱を奪いガス状になり易い。

【0011】また、前記制御弁は、圧縮行程前半から圧縮上死点近傍までの期間で開弁リフト量が小さく、次いで圧縮上死点近傍から開弁リフト量が大きくなるように設定されている。従って、圧縮行程前半では副室から連絡口を通じて主室へ噴き出す燃料と水蒸気とは少量であり、主室では燃料と空気との混合が進行して着火燃焼しない程度のリーン混合気が形成され、また副室内はほとんど燃料と水蒸気があるので、圧縮上死点では空気が侵入してもリッチ混合気となって確実に着火燃焼が起こり、ミスファイヤが発生しない。即ち、ピストンが上昇して主室でガスが圧縮されると、主室から副室へ空気を多量に含むリーン混合気が流入し、圧縮上死点付近で副室内で着火燃焼が発生し、副室の圧力が上昇する。そこで、制御弁のリフト量が大きくなり、副室から連絡口を通じて主室へ火炎と未燃混合気とが噴き出し、既に主室ではリーン混合気が生成されているので、燃焼期間を短縮して燃焼を短期に完結し、高速運転はが可能になり、性能をアップすると共に、NO_xやHCの発生を低減できる。

【0012】また、このディーゼルエンジンでは、前記コントローラは、排気行程の終りで前記副室の圧力が2~3気圧に降下した時に前記制御弁で前記連絡口を閉鎖し、前記副室内に前記燃料噴射ノズルから燃料を噴射すると共に前記水噴射ノズルから水を噴射し、水の気化によって前記副室の圧力を上昇させる制御を行うものである。従って、水の存在で熱を奪って燃焼温度が低下してNO_xの発生が低減される。

【0013】また、このディーゼルエンジンは、高速運転が可能であり、NO_xの発生を低減できるので、都市部等で発電システムに使用される設置型のコージェネレーションエンジン等の産業用エンジンに適用して最適である。

【0014】この低質油を燃料とするディーゼルエンジンは、上記のように、排気行程の終りで制御弁が閉鎖した後に、燃料噴射ノズルから燃料を副室の連絡口に向かって噴射し、次いで、水噴射ノズルから水を副室内に噴射させて、水が副室壁面から熱を受熱して気化し、水蒸気になって副室の圧力が上昇させる。次いで、吸入行程から圧縮行程に移行して制御弁が圧縮行程前半で小リフト量で開放すると、副室の圧力が主室の圧力より水蒸気圧により大きくなっているので、その圧力バランスによって、副室から連絡口を通って主室へ若干量の燃料と水蒸気とがリング状に噴出される。主室1に噴出された燃料と水蒸気は空気と混合しながら、ピストン上昇によって主室の圧力が上昇し、主室から連絡口を

通って副室に圧縮ガスが流入し、その時、連絡口の絞り部のガス流の速度エネルギーに変化させて温度上昇させ、副室の温度が急上昇して確実に着火し、圧縮終端で制御弁が全開して副室から連絡口を通過て主室へ火炎と未燃混合気とがリング状に噴出し、その噴出エネルギーが大きくなり、主室に円錐状に噴霧された火炎と混合気とが主室で空気を巻き込んで均一な混合気を形成し、不均一な火炎の発生を防止して短期に燃焼を完結し、熱効率をアップし、高速運転が可能になる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明による低質油を燃料とするディーゼルエンジンの実施例を説明する。図1はこの発明による低質油を燃料とするディーゼルエンジンの一実施例を示す説明図、及び図2は図1のディーゼルエンジンにおけるバルブタイミングを示す線図である。

【0016】この低質油を燃料とするディーゼルエンジンは、吸入行程、圧縮行程、膨張行程及び排気行程の4つの行程を順次繰り返すことによって高速運転できると共に、NO_xの発生が低減でき、発電システムのコーナー効率に適用して最適なエンジンである。このディーゼルエンジンは、シリンダーブロック14にガスケット23を介してシリンダーヘッド7が固定され、シリンダーヘッド7に形成した小径のキャビティ19に遮熱構造の副室2を構成するセラミックス等の耐熱材料から構成された燃焼室構造体3がガスケット42、43を介在して配置され、シリンダーヘッド7に形成した大径のキャビティ9にシリンダ8側に遮熱構造の主室1を構成するセラミックス等の耐熱材料から構成された燃焼室構造体のヘッドライナ10がガスケット36を介在して配置されている。また、このディーゼルエンジンは、シリンダーブロック14に形成した孔部46に嵌合したシリンダーライナ22、シリンダーライナ22に形成したシリンダ8内を往復運動するピストン15、及び主室1と副室2とを連通する連絡口13を開閉する制御弁4を有している。また、ピストン15は、ヘッドライナ10と共に遮熱構造の主室1を構成するために耐熱性に優れた空化ケイ素等のセラミックスから成るピストンヘッド16と、ピストンヘッド16に結合リング24でメタルフローによって固定されたピストンスカート17から構成されている。

【0017】このディーゼルエンジンにおいて、ヘッドライナ10は、シリンダ8の一部を構成するライナ上部12とヘッド下面部11から構成されている。ヘッド下面部11には、シリンダーヘッド7に形成された排気ポート32に連通する排気ポート40が形成され、シリンダーヘッド7に形成された吸気ポート33に連通するポート41が形成されている。ヘッド下面部11のポート40に排気弁30が配置され、ポート41に吸気弁31が配置されている。また、ヘッド下面部11には、副室2を

構成する燃焼室構造体3が嵌合する孔部34がシリンダ8のほぼ中央に形成されている。燃焼室構造体3は、シリンダーヘッド7のキャビティ19にガスケット42を介在して嵌合され、ヘッド下面部11の孔部34に着座してシリンダのほぼ中央に配置されている。燃焼室構造体3に形成された連絡口13には、主室1と副室2との連通を開閉するため制御弁4が配置されている。制御弁4は、燃焼室構造体3の連絡口13に形成されたバルブシートに着座し、副室2を貫通してシリンダーヘッド7の上方へ延び出している。

【0018】シリンダーヘッド7のキャビティ9とヘッドライナ10の外面との間には、ガスケット36を介在すると共に、遮熱空気層26が形成され、主室1が遮熱構造に構成されている。シリンダーヘッド7のキャビティ19の壁面と燃焼室構造体3の外面との間にはガスケット43を介在すると共に遮熱空気層21が形成され、副室2が遮熱構造に構成されている。また、ピストンヘッド16とピストンスカート17との間には遮熱空気層39が形成されると共にガスケット42が介在され、ピストン頂面の中央側の凹部37で構成される主室1の一部を遮熱構造に形成している。

【0019】このディーゼルエンジンは、特に、副室2に重油等の低質油を噴射する燃料噴射ノズル5、及び副室2に水を噴射する水噴射ノズル6を有していることを特徴とする。副室2には、燃料供給ポンプ25の作動によって燃料タンク25Tからの燃料として使用される重油等の低質油が燃料供給路18を通じて燃料噴射ノズル5の噴口35から噴射され、また、水供給ポンプ29の作動によって水タンク29Tからの水が水供給路28を通じて水噴射ノズル6の噴口38から噴射される。また、制御弁4はボベット弁に形成され、該ボベット弁の弁フェース部と連絡口13の弁シート部には、図示していないが、スリット形状に形成されている。従って、副室2から連絡口13を通って主室1に噴射される燃料と水蒸気、或いは火炎や未燃混合気の噴霧形状Fは、図1に示すように、ピストン頂部の凹部37、言い換れば、シリンダ周辺に向かって円錐状のリング帶になって拡散される。

【0020】また、燃料噴射ノズル5は、噴射された低質油が副室壁面に付着するのを避けるため、その噴口35が連絡口13のシート部に向かって重油等の低質油を噴射するように設定されている。また、燃料供給ポンプ25及び水供給ポンプ29は、例えば、電磁ポンプに構成でき、コントローラ20の指令で燃料噴射タイミング及び水噴射タイミングがコントロールされるように構成できる。図示していないが、副室2には、着火点となるグローヒータを設けることもでき、混合気の着火燃焼を確実に行わせることができる。

【0021】このディーゼルエンジンにおいて、制御弁4、吸気弁31及び排気弁30は、エンジンの回転に同

期して回転するカム等から成る動弁機構を通じて作動できる。又は、制御弁4は、コントローラ20の指令で電磁駆動装置による電磁力によって開閉作動するように構成することもできる。このディーゼルエンジンでは、主室1を形成する壁体のヘッドライナ10、副室2を形成する燃焼室構造体3、シリンダライナ22及びピストンヘッド16は、耐熱性に優れた窒化ケイ素、炭化ケイ素等のセラミックスで作製されている。従って、各構成部品は、燃焼後期のガス温度が高くなつても十分な耐熱性、高温強度を有し、未燃炭化水素HC等の排出が少くなり、高効率のエンジンを構成できる。連絡口13の領域では、燃焼ガスで高温になるため、連絡口13に配置した制御弁4は高温強度を有する耐熱性に優れた耐熱金属、窒化ケイ素、炭化ケイ素等のセラミックスから製作されている。燃焼室構造体3の外側には遮熱空気層21が形成されて副室2が遮熱構造に構成され、ヘッドライナ10の外側には遮熱空気層26が形成されて主室1が遮熱構造に構成され、また、ピストンヘッド16とピストンスカート17との間には遮熱空気層39が形成され、ピストンヘッド16即ちピストン頂部の凹部37で形成される主室1の一部が遮熱構造に構成されている。

【0022】このディーゼルエンジンは、燃料としての低質油供給量を測定してエンジン負荷を検出する負荷センサ27、エンジン回転数を検出する回転センサ44、主室1や副室2の壁温を検出する温度センサ45等の各種センサを有している。コントローラ20には、上記各種センサからの検出信号が入力され、エンジン作動状態に応答した適正な燃料量及び適正な水量を副室2へ噴射すると共に、検出信号に応答して燃料噴射タイミング及び水噴射タイミングを制御し、燃費を向上させるように構成されている。即ち、コントローラ20によって、始動時や定常運転時、或いは、副室2や主室1の燃焼室の温度、エンジン負荷及びエンジン回転数に応じて低質油[図2]及び水の噴射期間が決定されるように構成されている。

【0023】このディーゼルエンジンは、図2に示すように、バルブタイミングが設定されている。このディーゼルエンジンでは、吸気弁31は吸入行程で且つ排気弁30は排気行程で開弁リフトする。特に、制御弁4は、圧縮行程前半でリフト量が小さく開弁し、圧縮上死点付近でリフト量が大きく開弁し、次いで排気行程途中で閉弁するように設定されている。また、コントローラ20は、図2に示すように、エンジンの作動状態に応答して、制御弁4が連絡口13を閉鎖した後に排気行程の終端において、副室2内に燃料噴射ノズル5の噴口35から燃料を噴射し、次いで、水噴射ノズル6の噴口38から水を噴射する制御を行う。この場合に、コントローラ20は、エンジン作動状態に応答して排気行程の終端付近において、副室2内の圧力が2~3気圧に降下した時に制御弁4で連絡口13を閉鎖し、副室2内に燃料噴射ノズル5の噴口35から燃料を噴射すると共に、水噴射

* ノズル6の噴口38から水を噴射し、壁面から熱を受熱して水を水蒸気に気化させることによって副室2内の圧力を4~5気圧に上昇させる制御を行うことができる。
【0024】また、図示していないが、燃料噴射ノズル5の噴射タイミングと水噴射ノズル6の噴射タイミングは、吸入行程途中で行うように構成することもできるが、副室2内で燃焼室構造体3の壁面から熱を奪って燃料と水が気化するように十分な期間を与えることが好ましい。

【0025】

【発明の効果】この発明による低質油を燃料とするディーゼルエンジンは、上記のように、制御弁の閉鎖後に、遮熱構造の副室内に水を噴射し、噴射された水が副室壁面から熱を奪って水蒸気になって副室の圧力を上昇させることで、圧縮行程前半で制御弁を微量リフトだけ開弁すると、主室と副室との圧力バランスによって少量の燃料と水蒸気とを副室から主室へ噴出させることができる。そこで、主室で着火しない程度の均一なリーン混合気を生成することができ、また、圧縮上死点付近では主室から副室へ空気が流入するので副室内にリッチ混合気が生成されて確実に着火燃焼させることができ、次いで、主室では火炎と空気やリーン混合気との混合を促進して均一混合気を短期に形成して燃焼を短期に完結し、性能をアップする。

【0026】しかも、このディーゼルエンジンでは、主室及び副室で均一な混合気を生成できるので、火炎に不均一状態が起こらず、主室での混合気は水蒸気、空気及び燃料の混合ガスから成るので、NO_x、ストー、HC等の発生が極めて少なくなり、特に、水を噴射することで燃焼温度を下げる所以、NO_xの発生を有効に抑えることができる。更に、副室を遮熱構造に構成することによって副室に噴射された重油等の低質油を良好に霧化でき、副室への水の噴射によって副室を高圧に維持でき、低質油を燃料として使用することができ、該燃料をエンジン作動に応じて効果的に燃焼させることができ、安価な低質油を燃料とするエンジンを成立させる。従つて、このディーゼルエンジンは、設置型のコーチェネレーションエンジンに適用した場合には、水タンク及び燃料タンクをエンジン近傍に設置しておけばよいので、極めて好都合なものとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による低質油を燃料とするディーゼルエンジンの一実施例を示す説明図である。

【図2】図1のディーゼルエンジンのバルブタイミングを示す線図である。

【符号の説明】

- 1 主室
- 2 副室
- 3 燃焼室構造体
- 4 制御弁

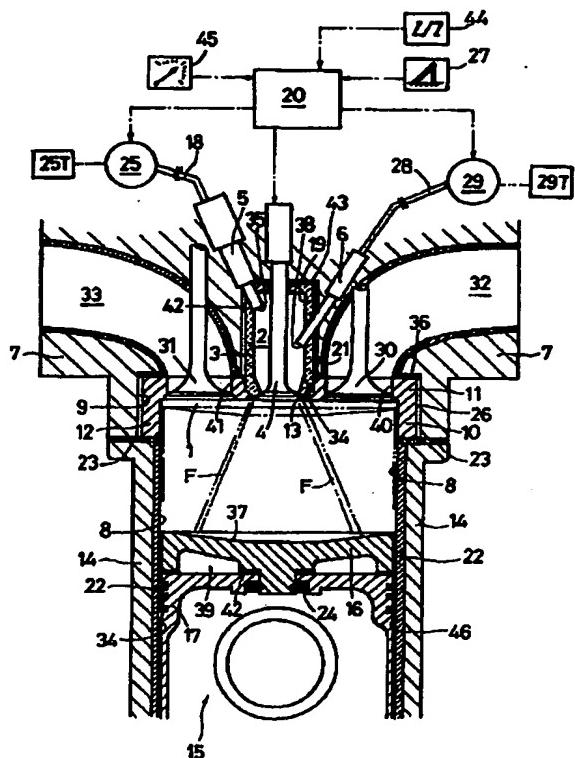
9

- 5 燃料噴射ノズル
 6 水噴射ノズル
 7 シリンダヘッド
 8 シリンダ
 9, 19 キャビティ
 10 ヘッドライナ

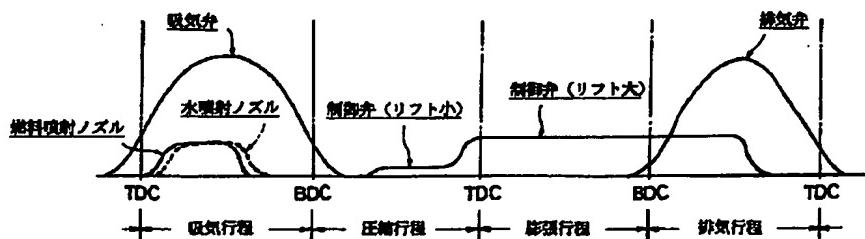
10

- * 1 3 連絡口
 - 1 5 ピストン
 - 2 0 コントローラ
 - 2 1, 2 6, 3 9 遮熱空気層
 - 2 2 シリンダライナ
 - 3 7 凹部

【圖 1】



〔図2〕



フロントページの続き

(51) Int.Cl.^{*}

F02D 19/12

F 0 2 F 1/24

識別記号 庁内整理番号

F I

F O 2 D 19/12

F 0 2 F 1/24

技術表示箇所

A

D